

УДК 338.22.021.4:519.86

© Гальчинський Л.Ю.
канд. техн. наук, доцент© Чернишов І.В.
магістрант

Національний технічний університет України «КПІ»

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ В УМОВАХ РИЗИКУ

Побудовано математичну модель підприємства по впровадженню інвестиційних проектів в умовах ризику, проведено її ідентифікацію. Обґрунтовано переваги моделі перед аналогічними моделями. На основі даної моделі розроблений програмний продукт, що автоматизує проведення необхідних розрахунків.

The mathematical model of enterprise on developing investment projects in the hazard conditions was built, its identification was conducted. The advantages of model before similar models were proved. On the basis of this model a software product which automatizes conducting of necessary calculations was developed.

Ключові слова: економіко-математична модель, інвестиційний проект, критерій оптимальності, ризик, ідентифікація, функція штрафу.

Вступ. В українській економіці за даними Державного комітету статистики [1] спостерігається зниження інвестиційної активності, що спричинене багатьма факторами. Не останнє місце серед них посідає відсутність надійних рекомендацій щодо підготовки інвестиційних проектів та оцінки ефективності їх здійснення [2]. Досі показники ефективності визначаються шляхом порівняння витрат і одержаних результатів, але такий метод не враховує прямі фінансові інтереси усіх учасників проектів.

Деякі з підходів, що застосовуються нині зводяться до визначення лише окремих фінансових показників, що не дає змоги побачити цілісну картину господарювання.

Більш раціональною на сьогодні є методика, яка ґрунтується на визначенні потоків і сальдо реальних грошових коштів [3]. Згідно з нею, необхідна умова схвалення інвестиційного проекту – це позитивне на всьому часовому інтервалі сальдо нагромадження грошей, що характеризує наявність вільних коштів в учасника проекту. Від’ємна величина грошового сальдо буде свідчити про необхідність залучення додаткових (власних чи запозичених) коштів та відображення цих дій у розрахунках показників ефективності інвестиційного проекту. Проте і дана методика недосконала, бо не враховує

фінансового стану підприємства-реципієнта, поліпшення якого на момент завершення реалізації інвестиційного проекту порівняно з базовим періодом може служити одним з узагальнюючих критеріїв доцільності схвалення проекту [4].

Виходячи з цього постає необхідність у розробці методики оцінювання інвестиційних проектів, що ґрунтуватиметься на дисконтуванні фінансових потоків, їхньому розподілі між реінвестуванням та збільшенням фонду накопичення на основі фінансового стану підприємства, впливу зовнішніх економічних чинників в умовах ризику [5].

Постановка задачі. Останнім часом у зв'язку зі зростанням рівня вимог до процесів управління у різноманітних областях проблема ідентифікації, визначення математичних моделей по результатам експериментальних досліджень, стає надзвичайно важливою. Неможливо забезпечити якісне управління системою, якщо її математична модель невідома з достатнім рівнем точності [6]. Для її побудови можуть бути використані як теоретичні, так і експериментальні методи. Досвід, накопичений при проектуванні систем управління, переконливо свідчить про те, що неможливо побудувати математичну модель, адекватну реальній системі, тільки на основі теоретичних досліджень процесів, які в ній відбуваються. Сформована таким чином математична модель, як правило, значно відрізняється від реальної системи, що відповідно призводить до зниження якості управління. Саме тому в процесі проектування систем управління одночасно з теоретичними дослідженнями проводять численні експерименти по визначенню й уточненню математичної моделі цієї системи, тобто проводиться так звана процедура ідентифікації.

По мірі розвитку процесу проектування і накопичення інформації модель системи уточнюється, і для її ідентифікації на кожному етапі використовуються відповідні методи. Тож актуальною стає задача вибору раціонального методу ідентифікації й подальшої його реалізації на конкретній математичній моделі.

Методологія. На початковій стадії аналізу вибираємо просту і узагальнену модель:

$$K(t) = D(t) - V(t),$$

де

$K(t)$ — потік платежів — cash flow;

$D(t)$ — потік доходів;

$V(t)$ — потік витрат.

Будемо її розглядати на проміжку часу $[0; T]$, протягом якого існує попит на даний вид продукції. Тобто фаза розвитку є ключовою фазою проекту, де головними показниками є витрати і прибутки, а основною задачею — оптимізація сумарного прибутку за визначений період часу.

В ході подальшого аналізу підходів до моделювання обраного об'єкту, нам видається, що на відміну від моделей розглянутих в [3] більш прийнятною є модель підприємницької діяльності, описана В. П. Міловановим [7].

- Врахуємо у даній моделі деякі аспекти діяльності підприємства, такі як:
- різноманітність статей доходів, що дають можливість збільшувати капітал;
 - вкладання тимчасово вільних коштів в різноманітні види фінансових інструментів;
 - реінвестування частини отриманого прибутку у подальший розвиток проекту;
 - ефект „синергії”, що показує ефективність капіталовкладень підприємства при збільшенні доходів;
 - зміну витрат підприємства в залежності від об'ємів виробництва;
 - середню норму прибутковості по галузі вкладання грошових коштів;
 - ставку дисконтування, що дозволяє визначити теперішню вартість майбутніх надходжень і витрат;
 - фактор ризику, притаманний даному виду діяльності.

Оскільки всі ці параметри є змінними у часі, то маємо систему диференціальних рівнянь, що описують діяльність підприємства:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = \alpha_1 x + \alpha_2 y^2 - Uxy \\ \frac{dy}{dt} = \beta_1 xy - \beta_2 x \end{cases};$$

де

$y(t)$ – статті доходів, що дають можливість збільшувати капітал;

$x(t)$ – капітал, грошові кошти, що знаходяться у підприємства;

$\alpha_1 x$ – зростання доходів від вкладання коштів в різноманітні види фінансових інструментів;

α_1 – коефіцієнт зростання доходів від вкладання коштів в різноманітні види фінансових інструментів, приймає значення з проміжку $[0; \infty]$;

$\alpha_2 y^2$ – доходи підприємства від ділової активності;

α_2 – коефіцієнт середньої ефективності підприємницької діяльності взятий з протилежним знаком (середня норма прибутковості по галузі), приймає значення з проміжку $[0; \infty]$;

Uxy – капіталовкладення підприємства в інвестиційний проект за рахунок отриманого прибутку;

U – управління, показує, яку частину від прибутку підприємство реінвестує в інвестиційний проект; таким чином, маємо подвійну нерівність: $0 < U < 1$;

$\beta_1 xy$ – зростання доходів підприємства зі збільшенням обігових коштів;

β_1 – коефіцієнт „синергії”, показує наскільки ефективними є капіталовкладення підприємства, приймає значення з проміжку $[0; 2]$;

$\beta_2 x$ – витрати підприємства;

β_2 – коефіцієнт витрат підприємства, приймає значення з проміжку $[0; 2]$.

Перше рівняння системи являє собою баланс доходів і витрат підприємства, друге – описує часову зміну статей доходів.

Початковими умовами для даної моделі є: x_0 – початковий баланс грошових коштів підприємства; t_0 – початковий момент часу, коли підприємство починає свою діяльність по впровадженню конкретного інвестиційного проекту.

Критерієм оптимальності для даної моделі є максимальне значення балансу доходів і витрат підприємства, що дисконтується у часі і враховує фактор ризику в залежності від розподілу отриманих за певний проміжок часу доходів між реінвестуванням в даний інвестиційний проект і збільшенням фонду накопичення:

$$J(U, t) = \int_{t_0}^T x(t) e^{-(r+p)t} dt \rightarrow \max ,$$

де

r – ставка дисконтування;

p – відповідний рівень ризику, що оцінюється методом експертної оцінки;

t – момент часу;

T – фіксований термін закінчення проекту.

Рішення про розподіл потоку доходів підприємства між збільшенням фонду накопичення та реінвестуванням в інвестиційний проект приймається на основі вибору такого управління, при якому критерій оптимальності приймає найбільшого значення при заданих початкових умовах та параметрах економічної діяльності підприємства.

Рішення про прийняття чи відхилення інвестиційного проекту або про порівняння інвестиційних проектів і вибір найприбутковішого робиться на основі порівняння чисельних значень критерію оптимальності.

Як зазначалося вище, математична модель не може бути ефективною без процедури ідентифікації, що припускає наявність даних спостережень по відповідному економічному показнику. В даному випадку, це потік капіталу підприємства за певний проміжок часу. Тобто задача зводиться до знаходження конкретних значень параметрів моделі, що мінімізують функцію штрафу між результатами обчислень за математичною моделлю і реальними даними.

Під функцією штрафу для задач ідентифікації слід розуміти витрати або штраф, пов'язаний з недосягненням абсолютно точної ідентифікації [8]. Наприклад, якщо істинне значення параметра, що підлягає визначенню,

дорівнює θ , а одержана оцінка дорівнює $\tilde{\theta}$, відповідною функцією штрафу може бути $|\theta - \tilde{\theta}|$. Так як істинне значення параметра θ не завжди точно відоме, виникає задача його ідентифікації [6], в якій більш доцільним є використання статистичних характеристик відхилення $\tilde{\theta}$ від θ . В загальному вигляді у випадку векторного параметра θ ця характеристика може бути записана у вигляді:

$$\mathfrak{R} = \varepsilon \{C[\tilde{\theta}(Z)|Z]\}.$$

Тут $C[\tilde{\theta}(Z)]$ означає ціну похибки, що визначається за формулою:

$$\tilde{\theta}(Z) = |\theta - \hat{\theta}(Z)|,$$

де

θ – істинне значення параметра;

$\tilde{\theta}(Z)$ – оцінка параметра, основана на деякому спостереженні Z .

У нашому випадку спостереження Z являє собою не що інше, як чисельно виражені економічні показники діяльності підприємства.

Тоді функція штрафу матиме вигляд:

$$\tilde{\theta}(Z) = |x(t) - \hat{x}(t)|,$$

де

$x(t)$ – оцінка значення потоку доходів підприємства за проміжок часу t , за математичною моделлю;

$\hat{x}(t)$ – значення потоку доходів підприємства за проміжок часу t , основане на даних спостереження Z .

Для розв'язання поставленої задачі було обрано метод покоординатного спуску, що використовує пошук зі змінним кроком при знаходженні оптимуму за напрямом. Його перевага перед пошуком з постійним кроком полягає в тому, що після переходу через точку екстремуму змінюється не тільки напрям пошуку, а й величина кроку, що зменшується в кілька разів. Даний алгоритм дозволяє точніше виявляти положення екстремуму за напрямом, що дозволяє скоротити загальне число обчислень для знаходження оптимуму цільової функції.

Результати дослідження. В результаті економічного експерименту при використанні чисельної процедури, розробленої в програмному середовищі Delphi, проведено оцінювання та ідентифікацію параметрів й отримані результати роботи математичної моделі інвестиційного проекту. З одержаних даних можна зробити висновок про те, що досить точною виявилася саме початкова оцінка параметрів математичної моделі.

Як бачимо з таблиці 1, кожний параметр в результаті ідентифікації змінився не більше ніж на 0,01 і тільки оптимальне співвідношення між реінвестуванням та вилученням грошових коштів з інвестиційного проекту,

оптимальне керування, з оціненого значення 0,22 збільшилося до значення 0,27. Це свідчить про те, що насправді в інвестиційний проект реінвестується більша частина коштів, ніж було попередньо оцінено.

Таблиця 1

Параметр	Початкові дані	Результати розрахунків
α_1	1,14	1,139985
α_2	1,2	1,199985
β_1	1,1	1,109766
β_2	1,55	1,559766
U	0,22	0,266937

Встановлено, що при заданих параметрах, досягається досить висока прибутковість досліджуваного інвестиційного проекту. Це вказує на високу ефективність організації підприємницької діяльності, на низький рівень співвідношення витрати-прибуток, на оптимальний розподіл потоку доходів між реінвестуванням у подальший розвиток проекту та збільшенням фонду накопичення ($U = 0,27$) та на прибутковість даного виду вкладання коштів.

При порівнянні запропонованої моделі оцінювання інвестиційних проектів з моделлю потоку платежів інвестиційного проекту, виявилось, що при однакових вихідних даних розроблена модель є більш наближеною до даної економічної ситуації. Про що свідчать показники похибки при прогнозуванні даних на майбутній період (таблиця 2). Вона значно менша у розробленої моделі: 1,44 % в порівнянні з 42,12 % у моделі потоку платежів інвестиційного проекту.

Таблиця 2

№ п/п	Дата	Баланс, грн	Модель 1, Баланс, грн	Похибка моделі 1, грн	Похибка моделі 1, %	Модель 2, Баланс, грн	Похибка моделі 2, грн	Похибка моделі 2, %
37	Січ.07	563639,9	551173,38	12466,52	2,21	331110,07	232529,83	41,26
38	Лют.07	570383,58	568553,67	1829,91	0,32	336367,04	234016,54	41,03
39	Бер.07	579647,01	586067,4	-6420,39	-1,11	341534,24	238112,77	41,08
40	Кві.07	599679,82	603715,59	-4035,77	-0,67	346612,64	253067,18	42,20
41	Тра.07	639870,68	621499,27	18371,41	2,87	351603,25	288267,43	45,05

В результаті аналізу отриманих даних, можна зробити висновки, що в цілому робота математичної моделі підтверджується на прикладі конкретного інвестиційного проекту. Характер поведінки грошових потоків в обох випадках цілком точно описує сутність економічних явищ, що дає можливість

робити висновки про адекватність математичної моделі конкретній економічній ситуації.

Чисельні результати підтверджують адекватність моделі, проте фактом є необхідність її уточнення. На наш погляд це треба зробити за рахунок більшої деталізації припущень, які були зроблені для формалізації моделі, зокрема характеристики невизначеності оціночних параметрів та уточнення оцінки ризику.

Висновки. В умовах ринкової економіки першочерговими задачами для будь-якого підприємства є пошук найвигідніших інвестиційних проектів. Тому здійснюючи свої стратегічні задачі необхідно їх завчасно оцінювати для подальшого прийняття правильних управлінських рішень.

Авторами розроблено новий підхід до побудови комплексної методології удосконалення механізму регулювання інвестиційної діяльності підприємств на основі нової математичної моделі інвестиційних проектів, що дозволяє:

- знайти оптимальне співвідношення між збільшенням фонду накопичення підприємства та реінвестуванням отриманого прибутку в інвестиційний проект;
- ранжувати наявні інвестиційні проекти за ступенем їх пріоритетності;
- виділити проекти, що потребують державної підтримки або спеціальних інструментів щодо їх впровадження;
- визначити проекти, які потребують різного роду модифікацій.

Таким чином, завдяки розробленій математичній моделі можна досить повно оцінити сценарії реалізації інвестиційних проектів.

Література

1. Прямі іноземні інвестиції [Електронний ресурс] : Державний комітет статистики України. – Електрон. дан. (1 файл). – 2007. – Режим доступу: <http://ukrstat.gov.ua/control/uk/localfiles/display/operativ/opernew.html#sg>. – Назва з домашньої сторінки Інтернету
2. Прахалад, К. К. Майбутнє конкуренції. Творення унікальної цінності спільно з клієнтами [Текст] / К. К. Прахалад, Венкат Рамасвами // Пер. з англ. Михайла Ставицького. – К.: Видавництво Олексія Капусти, 2005. – 258 с. – ISBN 966-8961-02-1
3. Колесник, І. С. Моделі і методи для аналізу і оптимізації інвестиційних проектів [Текст] / І. С. Колесник, Т. М. Боровська, В. А. Северілов // Вісник ВПІ № 4. – Вінниця. 2004. С. 56-62.: Електрон. дан. – Режим доступу: <http://edem.vstu.vinnica.ua/publications.htm>
4. Комаринський, Я. Фінансово-інвестиційний аналіз [Текст] / Я. Комаринський, І. Яремчук. – К.: „Українська енциклопедія” ім. М. П. Бажана, 1996. – 304 с. – ISBN 5-7763-9829-0

5. Гальчинський, Л. Ю. Динамічна модель інвестиційних проектів з врахуванням фактора ризику [Текст] / Л. Ю. Гальчинський, І. В. Чернишов // Науково-технічний розвиток: економіка, технології, управління: Матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів і молодих вчених, Київ, 19 – 21 квітня 2007 р. – К.: ТОВ "ЕКМО", 2007. – С. 376 – 377. – 200 прим. – ISBN 978-966-8555-74-9
6. Гроп, Д. Методы идентификации систем [Текст] / Д. Гроп // издательство «Мир», М., 1979, 304 стр.
7. Милованов, В. П. Неравновесные социально-экономические системы [Текст] / В. П. Милованов // синергетика и самоорганизация. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. 264 с. – 1000 экз. – ISBN 5-8360-0301-7
8. Сейдж, Эндрю П. Идентификация систем управления [Текст] / Эндрю П. Сейдж, Джеймс Л. Мелса // издательство «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, М., 1974, 248 с. – 7500 экз.